

九州工業大学学術機関リポジトリ



Title	Artificial Potential Field and Feature Extraction Method for Mobile Robot Path Planning in Structured Environments
Author(s)	Mohotti Mudiyanseelage Tharindu Sankalpana Weerakoon, Wisnaka
Issue Date	2016-03-25
URL	http://hdl.handle.net/10228/5646
Rights	

氏名・(本籍)	Wisnaka Mohotti Mudiyanseelage Tharindu Sankalpana Weerakoon (スリランカ)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	生工博甲第 2 6 7 号
学位授与の日付	平成 2 8 年 3 月 2 5 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	Artificial potential field and feature extraction method for mobile robotpath planning in structured environments (人工ポテンシャル場と特徴抽出法に基づく屋内環境における 移動ロボットの経路計画)
論文審査委員会	委員長 教 授 石井 和男 " 森江 隆 " 古川 徹生 " 夏目 季代久 " 田中 啓文

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

移動ロボットの知能化に向けた必要技術として経路計画がある。経路計画においてポテンシャル場を用いる手法が一般的であるが、周囲の環境の認識、及び、デッドロック問題を回避した経路計画手法が課題となっている。本研究では、障害物とロボットの進行方向を考慮した新たなポテンシャル場を導入することにより、デッドロックが回避できること、周囲の環境に対する距離情報が点群として得られた場合における特徴抽出手法、及び、点群からの環境マップ構築手法について新たな手法を提案している。

学位論文は、第一章は序論として自律型移動ロボットにおける課題として、ナビゲーション手法や自己位置同定問題について紹介し本論文の目的について述べている。第二章において、経路計画問題について取り上げ、移動ロボットの動作環境を分類し研究動向を調査している。経路計画手法を幾何学的経路計画及び発見的経路計画の 2 つに分類し、幾何学的経路計画として、環境が既知で静的な場合に用いられる C-Space 法、Visibility Graph やボロノイ図を活用した Roadmap 法、障害物の有無により空間を Cell 状に分割し経路を算出する Cell Decomposition 法、障害物及び目的地にポテンシャル場を置き、その勾配に基づいて経路を決定する人工ポテンシャル法、計算機能力を背景に発見的経路計画法として遺伝的アルゴリズムを用いた手法、Particle Swarm Optimization 法、人工ニューラルネットワークを用いた手法を紹介し、それらの特徴について述べている。次に、動的な環境にも適用可能な人工ポテンシャル法を取り上げ、

その有効性やデッドロック問題等の課題について議論している。

第三章では、デッドロック問題への解決法として、障害物と移動ロボットの運動を考慮した新たな斥力を導入した障害物回避手法を提案している。提案手法におけるポテンシャル場を解析し、従来の手法ではデッドロックが発生する動作環境において提案手法ではデッドロックが発生しないことを数値計算により示している。さらに、シミュレーション実験により、障害物の個数、移動量を変化させ、選択された経路が障害物から十分な距離に位置したままゴールまで到達できることを示した。

第四章において、環境の特徴抽出方法、及びランドマーク設定、及び、環境マッピング手法について述べている。提案した環境マッピング手法は、レーザスキャナセンサからの点群データ取得、セグメント分割、セグメントの端点判定、及び、セグメント統合から構成されている。セグメント分割法では点群を単位として環境を分割して表現するが、本論文ではセンサの誤差情報を考慮した新たなセグメント分割手法を提案した。実測した距離の点群データを用いて、提案手法と既に提案されている手法の環境マッピングの性能を比較し、提案した手法が最も性能が良いことを示した。次に、分割されたセグメントを複数の直線により近似する手法を導入し、実測した環境を直線で構成されたセグメント群により再構成できることを示した。

第五章において、提案した人工ポテンシャル場を用いた障害物回避、及び、環境マッピング手法を統合した移動ロボットの経路計画手法を提案、述べている。提案手法では、実測データから環境をセグメント群により表現し、各々のセグメントに対して楕円形のポテンシャル場を配置し、各セグメントに配置されたポテンシャル場から斥力を発生させる。次に、第三章において提案した新たな斥力を発生させる必要があるが、セグメント群の中心点を新たに定義し、その中心点に対して作用させる。数値シミュレーションにより、本提案手法を用いることにより、デッドロックに陥らず障害物回避ができること、目標地点に達成できることを示した。

第六章では、結論として移動ロボットにおける課題の一つである経路計画問題に対し、デッドロック問題に対する解決法、及び、環境マッピング法を提案し、実測データを用いた性能評価、及び数値シミュレーションにより、その有効性について検証し、まとめとしている。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文に関し、調査委員及び聴講者より、人工ポテンシャル場を用いた理由、障害物の個数が増えた場合の挙動、ポテンシャル場がどの様に適応的に変化するのか、セグメント分割法における比較手法の幾何学的な意味、セグメントに設定された楕円形ポテンシャル場の設定方法、等、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。